

FLAW INSPECTING ILLUMINATION DEVICE

Veröffentlichungsnummer JP2001221745 (A)

Veröffentlichungsdatum: 2001-08-17

Erfinder: NAITO SHUJI; KONNO YUSUKE

Anmelder: NIPPON STEEL CORP

Klassifikation:

- Internationale: **G01B11/30; G01N21/84; G01N21/892; G01N21/89; G01B11/30; G01N21/84; G01N21/88; (IPC1-7): G01N21/84; G01B11/30; G01N21/892**

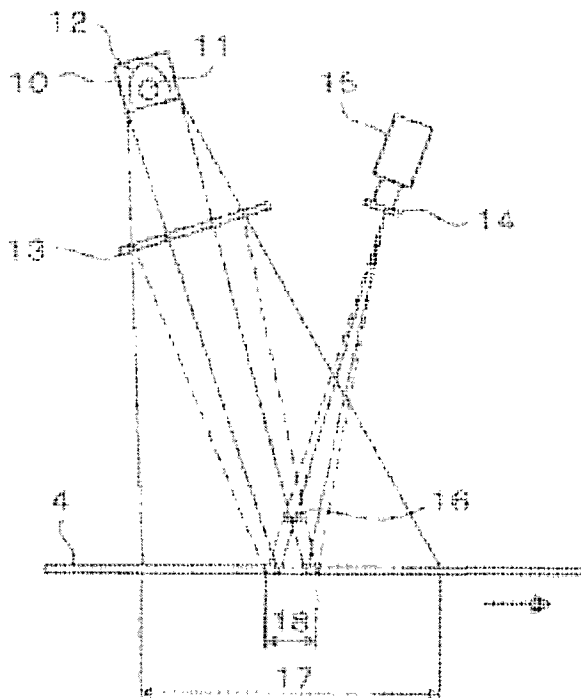
- Europäische:

Anmeldenummer: JP20000032892 20000210

Prioritätsnummer(n): JP20000032892 20000210

Zusammenfassung von JP 2001221745 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable to inspect flaw easily, even in the case of a test object to which close installation of a flaw detection device is difficult and whose surface is changed greatly from a mirror finished surface to a diffusing surface. **SOLUTION:** In this flaw inspecting illumination device used for an optical surface flaw inspection device for detecting a flaw part by illuminating the test object and processing an electric signal obtained by imaging the object by an electronic camera, a light scattering degree control board 13 capable of controlling a haze rate electrically is arranged between an illumination and the test object to control the haze rate.



Daten sind von der **esp@cenet** Datenbank verfügbar — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-221745

(P2001-221745A)

(43) 公開日 平成13年 8 月17日 (2001. 8. 17)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データベース* (参考)
G 0 1 N 21/84		G 0 1 N 21/84	E 2 F 0 6 5
G 0 1 B 11/30		G 0 1 B 11/30	A 2 G 0 5 1
G 0 1 N 21/892		G 0 1 N 21/892	B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-32892(P2000-32892)

(22) 出願日 平成12年 2 月10日 (2000. 2. 10)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号

(72) 発明者 内藤 修治

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式

会社技術開発本部内

(72) 発明者 今野 雄介

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式

会社技術開発本部内

(74) 代理人 100068423

弁理士 矢暮 知之 (外 1 名)

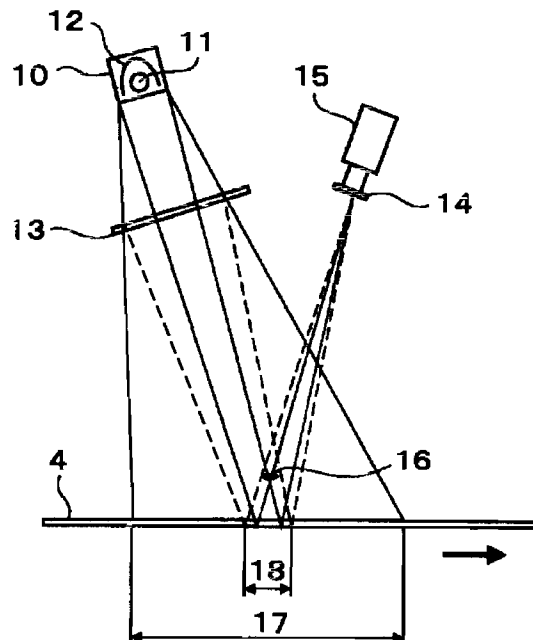
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 疵検査用照明装置

(57) 【要約】

【課題】 疵検査装置を、検査対象に近接設置が困難な検査対象であって、かつ検査対象の表面が、鏡面から拡散面まで大幅に変化するような場合であっても、容易に疵検査を可能とする。

【解決手段】 検査対象を照明し、電子カメラにて撮像して得られる電気信号を処理して、疵部分を検出する光学的表面疵検査装置に用いる疵検査用照明装置において、照明と検査対象の間に、電気的にヘイズ率を制御できる光散乱度制御板 13 を配置し、ヘイズ率を制御できるようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 検査対象を照明し、電子カメラにて撮像して得られる電気信号を処理して、疵部分を検出する光学的表面疵検査装置に用いる疵検査用照明装置において、照明と検査対象の間に、電気的にヘイズ率を制御できる光散乱度制御板を配置し、ヘイズ率を制御できるようにしたことを特徴とする疵検査用照明装置。

【請求項2】 請求項1の疵検査用照明装置において、照明をストロボ照明とし、カメラを電子シャッター付きのCCDカメラとして、電子シャッターの開いている期間内に、ストロボ照明を発光させることを特徴とする疵検査用照明装置。

【請求項3】 請求項1または請求項2の疵検査用照明装置において、光散乱度制御板に掛ける制御電圧の極性を、カメラの露光時間以外の時間内に反転するようにしたことを特徴とする疵検査用照明装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鋼材等の表面疵を、電子カメラを用いて光学的に検査する装置の照明装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、光学的に表面疵を検出するに際し、色々な照明が用いられてきた。代表的な例としては、図1(a)に示すように、蛍光灯のような棒状拡散光源2を、検査対象1に近接して配置して、1次元CCDアレイカメラ3にて線状走査を行って検査する方法や、図2(b)に示すように、検査対象4をストロボ照明5で遠方より照明して、その散乱光を2次元CCDカメラにて一度に撮像して検査する方法である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】帯状体の対象を常温にて検査する場合は、図1(a)の配置で検査することが一般的であり、検査対象の表面状態が一定の場合は、問題は少ないが、例えば、ブリキ鋼板の様に完全な鏡面状態から、完全な拡散面に近い状態のものまで同じラインに流れている場合には、撮影方向により、光の反射強度が大幅に変わり、これに対応して信号増幅度、カメラの絞り、あるいは照明強度を変更して対応する必要があるため、余分なコストが掛かるという問題があった。さらに、検査対象が熱延鋼板のように、高温で、ロールに拘束されずに走行している場合は、照明も、カメラも遠くに離しておける図1(b)の配置を取ることが一般的であるが、照明光線の反射方向と、カメラ視線の方向が位置によって違い、画像の輝度ムラを生じる。鋼板表面の光学的な性質は、圧延ロールの粗度の転写と、酸化スケールの厚みにより、大幅に変化する。

【0004】また、酸化スケールの成長厚みは、冷却方法と鋼板の成分によって大幅に変化する。このためステンレスのようにスケールの成長が少ないものは、鏡面的

性質を強く示し、このため正反射配置の場合は、板幅方向の輝度信号分布は、図2の7に示すように、照明の発光部が写り込むので、中央の部分が極端に高くなり、場合によっては一部がハレーションを起こしたりする。ハレーションを押さえようと、レンズの絞りを絞ると、逆に他の部分が暗くなりすぎて、疵検査不能になるという問題点が発生する。これを避けるために、乱反射配置を採ると図2の8に示すように、乱反射の場合の輝度信号分布に示すような、信号の一様性は向上するものの信号レベルは下がり、画面が暗くなるため、これを補うようにレンズを開放する必要があり、ピントが甘くなったり、あるいは高い出力の照明を準備するため価格が高くなるなどの問題点が発生する。一方、高温捲取材においては、スケールの成長が著しく、黒化し、表面の反射率が低くなり、同時に拡散面の性質が強くなって、乱反射照明では、図2の9の線に示すように輝度の一様性は高いものの、画像が全体的に暗くなりすぎるため、更に高い出力の照明を要し価格が高くなるという問題点が発生する。

【0005】

【課題を解決するための手段】これらの問題点を一挙に解決するためには、一つの照明装置にて、正反射配置にて、常に適正な照度を得られるようにすることが必要である。すなわち検査対象が、鏡面の場合は、照明は、カメラに検査対象を通じて写り込む全範囲において、面状の一樣輝度を有する拡散照明帯となることが理想であり、反射してレンズ方向に向かう光束は、効率よく撮像素子に結像されるため、検査面での照度と照明帯の輝度は低くても良い。一方、検査対象が、反射率が低く散乱性の表面の場合は、光源の写り込みは問題とならず、カメラが必要とする検査面での照度の確保が問題である。しかし照明と検査対象が離れているため、拡散性の光源の場合は、距離の2乗に反比例して検査面での照度が低下する。従って照度不足になるため、照明に指向性を持たせることが必要である。実際の鋼板はこれらの中間に分布しており、この矛盾したニーズを同時に満足する照明装置が必要であるが、これまで技術的、経済的に実現不能であった。

【0006】この困難な問題を解決するために工夫したのが、本発明である。すなわち、検査対象を照明し、電子カメラにて撮像して得られる電気信号を処理して、疵部分を検出する光学的表面疵検査装置において、照明と検査対象の間に、電気的にヘイズ率を制御できる光散乱度制御板を配置し、ヘイズ率を制御できるようにした疵検査用照明装置を提供することを課題とする。

【0007】

【発明の実施の形態】光線の平行透過率とヘイズ率を電圧にて制御できる光散乱度制御板は、瞬間調光ガラスとして、市販されているものを用いる。その構造は、2枚の透明電極を蒸着したガラスの間に、液晶分子を混濁し

た特殊ポリマーを挟んだ物であり、図3の瞬間調光ガラスの特性に示すように電極間に電圧を掛けない時は、液晶分子は、バラバラな方向を向いており、ヘイズ率が最大であり、平行透過率は最低になっているため、ガラス面から入射した光線を、散乱する性質を持っている。電圧を印加すると、電圧に比例して、液晶分子はガラス面に垂直方向に整列して行く。このため並行透過率は上昇し、ヘイズ率は低下していく。十分な電圧を印加すると飽和して、ガラス面に入射した光線の平行透過率が最大となり、ヘイズ率は最低となる。この性質を利用して、指向性のある照明光源より、所定の距離離れた位置に、この光散乱度制御板を挿入し、鋼板の鏡面度により、印加電圧を制御すれば、常に適正な照明特性が得られるようになる。

【0008】また、二次元CCDカメラにて走行する物体を撮像する場合には、照明をストロボ照明とするか、カメラ側を電子シャッター付きのCCDカメラとして、静止画像を得ることが一般的であるが、検査面の状況に応じて、ヘイズ率を変化させる場合には、液晶の相変化の時定数は、1～10mm秒程度であり、十分に整定するためには、垂直ブランキング期間だけでは不十分である。この問題を解決するため、短時間で露光を終了させ、残りの時間を光散乱度制御板のヘイズ率の制御に当てられるようにしたのが、照明をストロボ照明とし、さらにカメラを電子シャッター付きのCCDカメラとして、電子シャッターの開いている期間内に、ストロボ照明を発光させるようにした疵検用照明装置である。これによって、単に光散乱度制御板のヘイズ率の制御が、1画面単位で完全に行えるだけでなく、シャッターが開いている時間内のストロボ光量を、工場の天井灯や近辺での溶接作業の火花あるいは熱延鋼板等の高温材の自発光など疵検査に妨害となる種々の外光に比べて、圧倒的に強く出来るため、外光光の影響を受けにくい疵検査光学系を構成可能となる。

【0009】また、光散乱度制御板に使用した市販の瞬間調光ガラスを構成する透明電極には、酸化錫が使用されているが、長時間に亘って直流電圧を印加し続けると、電気分解を起こし、透明度が低下してくると言う性質がある。このため、本来の建築用途としては、正弦波交流を印加して使用するようになっているが、その場合は、常時ヘイズ率が変化していることになり、疵検査用照明としては不都合である。この問題点を解決するためには、光散乱度制御板に印加する制御電圧を方形波交流とし、制御電圧の極性を、カメラの露光時間以外の時間内に反転すればよい。理想的には、上に述べたCCDの電子シャッター閉のタイミングに同期して極性を切り替えるようにすれば、液晶の相変化に十分な整定時間の確保が可能であり、安定した撮像が可能となる。

【0010】

【実施例】以下、図面に従って、詳細に説明する。図4

は本発明の構成を示したものであり、4は検査対象の熱延鋼板であり、照明器10の中には、棒状キセノンストロボランプ11があり、この光をシリンダカルな放物面鏡12にて反射して、光散乱度制御板13を通して、熱延鋼板4に投射する。シリンダカルミラーであるため、照明の性質として、鋼板幅方向には指向性が無く、流れ方向には、指向性を有している。14は熱線カットフィルタであり、熱延鋼板の自発光による、熱線をカットして、S/Nを改善する。15は電子シャッター機能付きのCCDカメラであり、照明光の正反射方向に配置する。

【0011】光散乱度制御板13が無い、あるいは、飽和電圧が掛かっている、透明の時は、照明は17の範囲を直射照明しているが、熱延鋼板4が鏡面に近いときは、カメラの撮像範囲18の中で、明るいのは、照明が写り込んでいる範囲16の部分のみである。そのため映像信号分布は図2の7に示す輝度信号分布に対応するものになり、不都合である。そこで、光散乱度制御板13に印加している制御電圧をゼロにすると、ヘイズ率最大になり、照明からの光線は、光散乱度制御板13により散乱され、あたかも光散乱度制御板13の位置に板状拡散照明を置いたようになる。この結果、カメラの視野には一様な拡散照明が写り込むこととなり、映像信号分布も平坦となり、疵の検出が容易となる。

【0012】鋼板表面の光散乱性が強いときは、カメラ方向へ反射する光量が低下して、映像信号分布は図2の9に示す輝度信号分布に対応するものになり画面が暗くなるが、このときは逆に光散乱度制御板13に印加している制御電圧を飽和電圧に近くすると、平行透過率が上昇して、鋼板へ向かう光線の散乱損失が少なくなり、鋼板上の照度が上昇する。また鋼板表面が散乱性の時は、光源10の写り込みへの悪影響も少ないため、適正かつ一様な照度の画像を得ることが出来るため、映像信号分布も平坦となり、照度さえ確保出来れば、疵の検出は容易である。

【0013】図5は本装置を駆動するためのタイミングチャートである。S101の2次元CCDカメラの垂直同期信号より、電子シャッターの電化蓄積期間S102が始まる。S103は電子シャッター閉の信号であり、その立ち下りのタイミングでS104遅延信号を発生し、その信号の立ち下りで、ストロボ発火信号S105を出す。遅延時間は、次の電化蓄積期間内にストロボが発光するように調整できる。

【0014】S106は光散乱度制御板に掛ける制御信号であり、電化蓄積期間終了を受けて、直ちに極性反転を開始する。これは、光散乱度制御板に使用している瞬間調光ガラスの透明電極が、長時間直流電圧を印加すると、電解されて、透明度を失うため、これを防ぐために一定時間内に反転する必要があるが、反転には、1/1000秒以上を要し、反転中は、平行透過率、ヘイズ率

が変動するため、この期間に撮像すると、画像がおかしくなる。そこで、電子シャッター閉の期間中に確実に極性を切り替えるために、電化蓄積期間終了信号を使い同期制御を行うように工夫したものである。これにより、シャッター時間を変更しても確実に、光散乱度制御板の特性が安定しているところで、撮像可能となる。

【0015】

【発明の効果】従来から、ストロボ照明と、テレビカメラを組み合わせ、熱延鋼板の表面疵を検出しようとした試みはあるが、何れも、正反射だと照明の写り込みの影響を強く受けるため、乱反射配置となっており、このため、散乱性の表面の時に十分な光量を確保するために、強大なストロボ照明を使用する必要があった。これに対して本発明では、約1/10の出力のストロボでも十分な光量を確保でき、かつ、電子シャッターとの組合せにより、鋼板の自発光や、天井灯の影響を除去して、常に良好な撮像と疵検出を可能ならしめる画期的な照明装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】帯状体を検査対象とする場合の光学的検査装置の配置図。

【図2】板幅方向の輝度信号分布を示す説明図。

【図3】瞬間調光ガラスの特性を示す説明図。

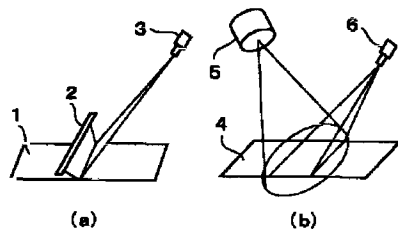
【図4】本発明に係る疵検査用照明装置の実施例の構成図。

【図5】本装置を駆動するためのタイミングチャート図。

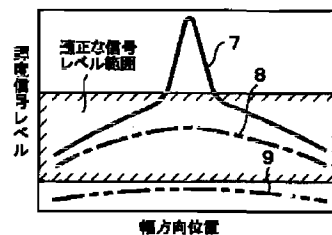
【符号の説明】

- 1 ブリキ鋼板
- 2 棒状拡散光源
- 3 一次元CCDアレイカメラ
- 4 熱延鋼板
- 5 ストロボ照明
- 6 2次元CCDカメラ
- 7 鏡面、正反射の場合の輝度信号分布
- 8 鏡面、乱反射の場合の輝度信号分布
- 9 黒化、拡散面、乱反射の場合の輝度信号分布
- 10 照明器
- 11 棒状キセノンストロボランプ
- 12 シリンドリカル放物面鏡
- 13 光散乱度制御板
- 14 熱線カットフィルタ
- 15 電子シャッター付きカメラ
- 16 照明の写り込み部分
- 17 ミラー反射光直射範囲
- 18 カメラ撮像範囲
- S101 垂直同期信号
- S102 電子シャッターの電化蓄積期間
- S103 電子シャッター閉信号
- S104 ストロボ発火用遅延信号
- S105 ストロボ発火指令信号
- S106 光散乱度制御板にかかる制御信号
- S107 光散乱度制御板の平行透過率

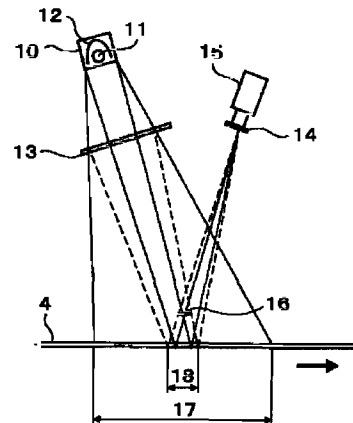
【図1】



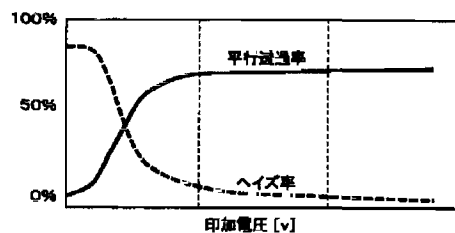
【図2】



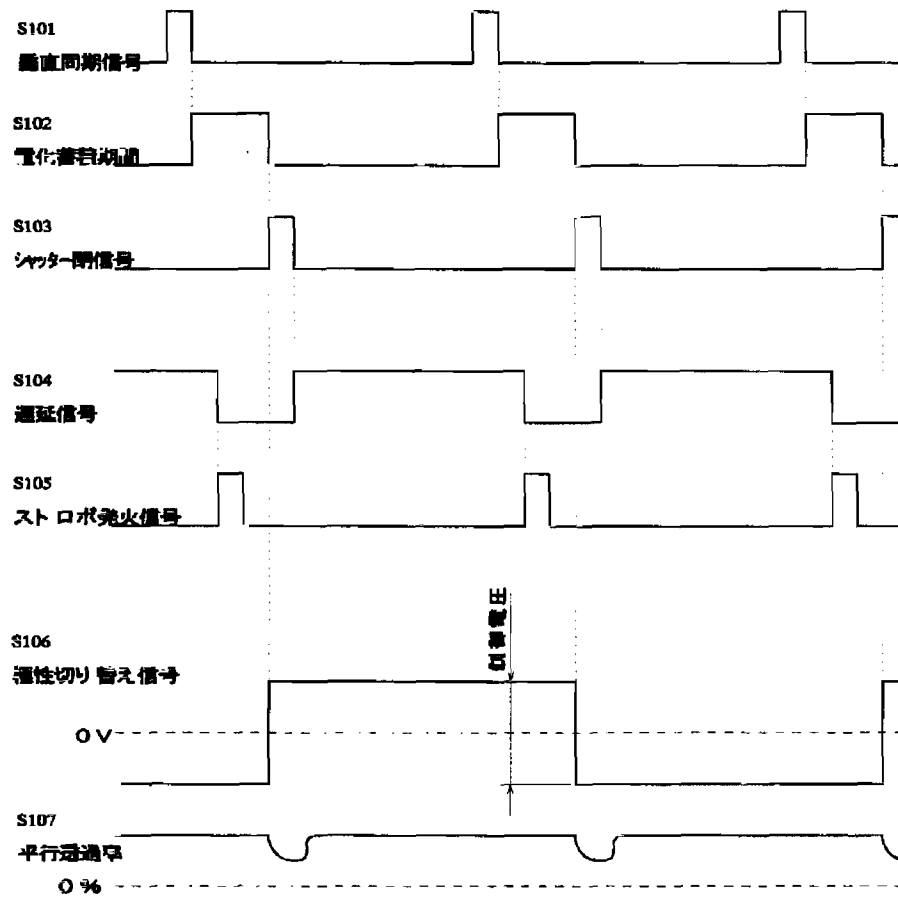
【図4】



【図3】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA49 BB13 BB15 CC06 FF42
GG03 GG08 GG16 HH12 JJ03
JJ08 JJ26 LL08 LL21 LL30
NN03 NN11
2G051 AA37 AB07 BB07 BC02 BC03
CA03 CA04 DA06